



TITLE:

自然電位法を用いた地下透水構造 探査手法の開発研究(Abstract_要 旨)

AUTHOR(S):

尾崎, 裕介

CITATION:

尾崎, 裕介. 自然電位法を用いた地下透水構造探査手法の開発研究. 京都大学, 2015, 博士(工学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k18961>

RIGHT:

京 都 大 学	博 士（工 学）	氏 名	尾 崎 裕 介
論 文 題 目	自 然 電 位 法 を 用 い た 地 下 透 水 構 造 探 査 手 法 の 開 発 研 究		
<p>（ 論 文 内 容 の 要 旨 ）</p> <p>本 論 文 は、地 下 水 な ど の 地 殻 内 部 流 体 が 運 動 す る 際 に 発 生 す る 自 然 電 位 を 利 用 し、地 殻 深 部 の 流 体 の 流 れ や す さ で あ る 透 水 係 数（あ る い は 浸 透 率）の 三 次 元 構 造 を 定 量 的 に 推 定 す る 手 法 を 提 案 す る 論 文 で あ り、全 5 章 か ら 構 成 さ れ る。</p> <p>第 1 章 は 緒 論 で あ る。先 ず 本 章 で、本 研 究 の 背 景 お よ び 目 的 に つ い て 述 べ て い る。こ の 中 で、既 存 の 地 下 水 調 査 手 法 で は 複 数 の 観 測 井 を 必 要 と す る こ と か ら、そ の 適 用 範 囲 に は 限 界 が あ る こ と、広 範 囲 の 水 理 パ ラ メー タ に 関 係 す る 物 理 量 と し て 自 然 電 位 が 考 え ら れ る こ と、そ し て 自 然 電 位 が 定 性 的 な 探 査 手 法 と し て の 地 位 を 確 立 し て い る こ と に 触 れ て い る。そ し て、こ の 自 然 電 位 が 地 下 水 の 運 動 で 発 生 し、そ の 流 量 と の 関 係 も 明 ら か で あ る こ と か ら、定 量 的 な 地 下 の 透 水 構 造 を 自 然 電 位 か ら 推 定 可 能 で あ る と す る 仮 説、そ し て 多 数 の 観 測 井 を 必 要 と し な い 新 た な 物 理 探 査 手 法 の 開 発 を 提 案 し た。本 章 の 最 後 に 本 論 文 の 各 章 の 構 成 が 論 理 的 に 結 論 に 至 る 道 筋 で あ る こ と を 示 し て い る。</p> <p>第 2 章 で は、実 際 に 自 然 電 位 か ら 透 水 構 造 が 推 定 可 能 で あ る か を 検 証 す る た め、地 下 構 造 の パ ラ メー タ と し て 地 下 透 水 構 造 の 形 状・透 水 性・電 気 伝 導 度・ク ロ ス カ ッ プ リ ン グ 係 数 を 選 び、自 然 電 位 分 布 へ の 影 響 を 数 値 的 に 推 定 し た。そ の 結 果、地 下 の 不 均 質 透 水 率 構 造 に よ る 地 下 水 流 動 パ ター ン や 水 頭 変 化 が 地 表 で 観 測 可 能 な 自 然 電 位 異 常 を 発 生 し 得 る こ と を 見 出 し た。同 時 に、自 然 電 位 の 定 量 的 な 解 析 に お い て、地 下 水 流 動 の 基 礎 方 程 式 お よ び 水 頭 と 自 然 電 位 の 関 係 式 の 双 方 を 考 慮 し た 連 成 問 題 を 解 く 必 要 性 を 指 摘 し た。本 章 の 議 論 に よ り、次 章 以 降 の 逆 問 題 解 法 の 正 当 性 が 確 立 さ れ た。</p> <p>第 3 章 で は、前 章 の 結 果 に 基 づ き、地 下 水 流 動 の 基 礎 方 程 式、水 頭 と 自 然 電 位 の 関 係 式 を 連 成 さ せ る 逆 解 析 手 法 を 開 発 し た。本 手 法 を、数 値 シ ミ ュ レー シ ョ ン か ら 得 ら れ た 自 然 電 位 分 布 に 適 用 し、自 然 電 位 解 析 結 果 は ノ イ ズ に 対 し て 敏 感 で は な い こ と、解 析 可 能 な 地 下 透 水 性 異 常 に は 水 平 高 透 水 性 構 造 や 鉛 直 低 透 水 性 構 造 が あ る こ と が 明 ら か と な っ た。ま た、本 章 で は、手 法 を さ ら に 拡 張 し、不 飽 和 層 の 存 在 が 逆 解 析 結 果 に 与 え る 影 響 や 信 頼 性 に つ い て も 検 証 し た。次 に、本 手 法 を 米 国 ア イ ダ ホ 州 に あ る Boise Hydrogeophysical Research Site の 注 水 試 験 時 に 観 測 さ れ た 自 然 電 位 デー タ に 適 用 し、他 の 水 文 学 的 解 析 結 果 と 遜 色 な い 程 度 の 解 析 が 可 能 で あ る こ と を 確 認 し た。以 上 の 逆 解 析 を</p>			

京 都 大 学	博 士（工 学）	氏 名	尾 崎 裕 介
<p>通じ、実データでは、使用可能な自然電位データについて、解析に必要な数が十分ではない劣決定条件に陥りやすいこと、データ数を十分にするために、例えば時系列でデータを取得するなど、データ数の増加が必要となることを指摘している。</p> <p>第4章では、前章で指摘された定常解析における解像度およびデータ数による信頼性の限界を克服するために、解析手法を、時系列データを扱うことの可能な非定常解析手法に拡張した。非定常解析では、優決定条件にはなるが、膨大なデータ数を扱うこととなる。そのため随伴方程式法を導入し、効率的な解析手法を実現している。開発された手法を用い、同一のデータを用いた定常解析と非定常解析双方の結果を比較したところ、非定常解析の結果が、解像度および信頼性双方で定常解析結果に優ることを確認した。さらに、条件として用いることのできるデータ数が飛躍的に増加することに注目し、工学的に重要な比貯留係数の推定が可能となることも検証した。開発した本手法を、岐阜県にある瑞浪超深地層研究所で取得されたモニタリングデータに対して適用し、本手法の実用性についても検証した。時系列データを扱う非定常解析は、過去類がないだけでなく、透水構造と比貯留係数を同時に推定する手法として確立されていくことが期待される。</p> <p>第5章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。</p>			

(論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨)

本論文は、地下水資源の利用や防災上極めて重要な地下の透水構造を推定するため、これまでの定性的にしか利用されなかった自然電位を定量的に把握するための手法を開発した。本研究の遂行により得られた主な成果は次のとおりである。

1. 地層水圧の差異が流体の流れを生み出し、その流れが界面流動電位を発生させるという交差関係を用い、地下水流動、水頭、自然電位の連成問題を解くことが可能であることを示した。
2. 地下水流動問題を定常問題として透水構造を推定する逆解析を行う場合、与えられるデータ数が解像度や信頼性に大きく影響することを確認した。
3. 地下水流動問題を非定常問題として逆解析を行う場合、与えられるデータが時系列となり、飛躍的にデータ数を増加させるだけでなく、透水構造だけでなく比貯留係数まで解析することが可能であることを示した。

本論文は、これまで地下構造調査に用いられていなかった自然電位法が、本研究により自然電位法が透水構造や比貯留係数構造を推定する構造調査手法として実用的な手法であることを証明した。これまで直接推定することの困難であった透水係数や比貯留係数といった工学的なパラメータも得られ、自然電位を用いる物理探査手法が工学的に有意義な手法であることも示した。また、自然電位の時系列データからの透水構造の推定により、土木分野や環境分野における応用も期待される。以上のとおり本研究は学術上寄与するところが少くない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成27年2月23日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行って、申請者が博士後期課程学位取得基準を満たしていることを確認し、合格と認めた。

